Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Vorstand: Prof. Dr. H. Peckert.

Über Pulpagangrän und die Kontrolle des Behandlungserfolgs.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen
vorgelegt von

Oskar Renner
aus Wachendorf.

Druck der Buchdruckerei Eugen Göbel in Tübingen
1931

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen.

Dekan: Prof. Dr. Kohlrausch.
Referent: Prof. Dr. Praeger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern gewidmet.

I. Die Klinik der Pulpagangrän.

Ist die Pulpa aus irgend einem Grunde nekrotisch, und sind Fäulnisbakterien eingewandert, durch die das zerfallene Pulpagewebe in Fäulnis übergeht, so sprechen wir von Pulpagangrän. Der Tod der Pulpa ist der Ausgang sämtlicher Pulpitiden, doch kann er auch nach traumatischen Einwirkungen auftreten.

Die bakterielle Infektion der Pulpa führt immer zur Zerstörung ihres feingesponnenen Gewebes. Die Pulpa zeigt nämlich auf irgendwelche pathogenen Reize wesentlich schwerere Symptome als andersartige bindegewebige Organe. Das liegt an der hohen Differenzierungsstufe des Pulpengewebes und an der eigentümlichen Blutversorgung, die bei irgend einer Schädigung nicht durch Bildung eines Kollateralkreislaufes unterstützt werden kann (Praeger).

Die Pulpagangrän entsteht nach Mayrhofer meistens als Folge von Karies durch eine Streptokokkeninfektion, die eine Entzündung der Pulpa und als Endstadium den Zerfall ihres Gewebes hervorruft. Durch den Zutritt von Anaerobiern entwickelt sich ein Fäulnisprozeß, dem schließlich die ganze Pulpa anheimfällt. Die eingedrungenen Mikroorganismen, die meist nur unter Sauerstoffabschluß ihre Wirkung entfalten, rufen nach Hedström die Proteolyse der Eiweißstoffe hervor. Das Eiweiß kann, wie man heute als sicher annimmt, von Bakterien auch in Fett umgewandelt werden (Hedström). Die Spaltung der Eiweißstoffe erfolgt unter Beteiligung von Fermenten, die von Mikroorganismen gebildet werden, zunächst in Albumosen, Peptone, Peptide und Aminosäuren. Die Aminosäuren gehen oft unter Reduktion beim Fäulnisverlauf in Fettsäuren über (Neuberg). Die gangränösen Massen der Pulpa sind demnach zum größten Teil Zerfallsprodukte von Eiweiß, sowie außerdem von Fetten und Nucleinsubstanzen. Die Aminosäuren werden nach Gruber

weiter abgebaut zu Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoffen, Kohlendioxyd, Ammoniak, Aminen, Ammonsalzen und aromatischen Körpern. Diese Abbauprodukte des Eiweißes sind mehr oder weniger giftige Substanzen, von denen die gefährlichsten, die Ptomaine (Aminobasen) besondere Beachtung verdienen.

Ist nur ein Teil der Pulpa gangränös zerfallen, so liegt eine partielle Gangrän vor, bei der die restlichen Pulpenstümpfe im apikalen Bezirk noch leben. Zwischen der noch lebenden Pulpa, die sich natürlich im Stadium der chronischen Entzündung befindet, und dem zerfallenen Gewebe liegt eine Demarkationszone in Form eines Geschwürs. Da jedoch von seiten der Pulpa kein Epithel zum Schutze des noch lebenden restlichen Pulpengewebes gebildet werden kann, kommt das Ulcus nie zur Ausheilung, sondern der Zerfall schreitet nach der Tiefe zu immer weiter fort, bis die Pulpa völlig zerstört ist. Das kann als Endausgang einer Pulpitis totalis auch sofort eintreten.

Was die subjektiven Erscheinungen bei der Gangraena pulpae betrifft, so hat der Patient gewöhnlich keine Schmerzen, manchmal empfindet er einen faulen Geruch aus der kariösen Höhle des gangränösen Zahnes. Nur wenn das Periodontium mitbeteiligt ist, ist der Zahn druckempfindlich.

Ferner fehlen alle Anzeichen, die für eine lebende Pulpa charakteristisch sind. Der Induktionsstrom ergibt ein negatives Resultat, doch das Periodontium reagiert auf „Heiß". Das Zahnbein ist ebenfalls empfindungslos. Der Zahn zeigt meistens infolge mangelhafter Transparenz und Transluzenz, die mit der Mundlampe nachgewiesen wird, gegenüber gesunden Zähnen eine deutliche Verfärbung, die durch die Zersetzung der Pulpa und Odontoplastenfortsätze entstanden ist. Das Ausbohren und Sondieren löst keinerlei Reaktion aus, wenn keine periapikalen Entzündungsreize vorhanden sind. Liegt jedoch eine partielle Gangrän vor, so wird der Patient sofort die Schmerzen angeben, wenn man bei der Sondierung des Kanals an die Demarkationszone gelangt ist. Die tote Pulpa blutet nicht. Im Kanalsystem findet man schmierige, graue bis schwärzliche Massen, die den charakteristischen Geruch faulenden Gewebes haben. Der gangränöse Kanalinhalt ist je nach dem Entzündungsgrad der Pulpa, der vorausgegangen ist, bald fester, bald weicher und flüssiger. Bei Beklopfen des Zahnes tritt keine schmerzhafte Reaktion ein, vorausgesetzt, daß akute oder subakute

Wurzelhautprozesse fehlen. Dagegen läßt sich ein eigenartiger dumpfer Klang feststellen, der für den Zahn ohne Pulpa oder mit toter Pulpa charakteristisch ist (nach Port-Euler und Kantorowicz).

Wir unterscheiden, je nach dem das periapikale Gewebe bei der Gangrän klinisch intakt oder entzündlich verändert ist, eine Gangraena simplex sive incomplicata und eine Gangraena complicata. Bei der Gangraena simplex ist die faulige Zersetzung also auf einen Teil der Pulpa oder den ganzen Inhalt des Kanalsystems beschränkt, ohne daß das apikale Periodontium mitangegriffen ist. Dabei sind wir uns selbstverständlich bewußt, daß es durch den in unmittelbarer Nähe sich abspielenden Fäulnisprozeß pathologisch-anatomisch betrachtet als nicht intakt bezeichnet werden muß. Der faulige Zersetzungsprozeß erstreckt sich auch auf den Inhalt der Dentinkanälchen und Ramifikationen, die besonders am apikalen Teil der Wurzel zahlreich auftreten. Tritt die Infektion in stärkerem Maße aus dem Wurzelkanal durchs Foramen apicale ins Periodontium, so entsteht gewöhnlich eine Periodontitis acuta apicalis mit all den bekannten klinischen Erscheinungen bis zu den Symptomen einer Parulis. Nach Abklingen der akuten Symptome geht die Entzündung in die chronische Form über. So entsteht die Periodontitis chronica apicalis, oft mit Fistelbildung. Als Folge dieser chronischen apikalen Wurzelhautentzündung bildet sich um die Wurzelspitze herum Granulationsgewebe, ein Granulom, das nach einem gangränösen Zerfall der Pulpa mit der Zeit fast regelmäßig auftritt.

Man unterscheidet je nach der Gewebsart der Granulome einfache und epithelhaltige Granulome. Die einfachen Granulome können sich aus allen Formen des entzündeten Bindegewebes zusammensetzen. Dieses Granulom kann eine Komplikation erfahren durch das Eintreten eines neuen Gewebselementes, des Epithels, das aus den in der Wurzelhaut zerstreuten „Malassez'schen Epithelresten" stammt. Daraus können dann radikuläre Zysten entstehen.

Die Diagnose der apikalen Erkrankungen ergibt sich aus ihren klinischen Symptomen. Bei der akuten Form erscheint der Zahn verlängert und verursacht bei Druck starke Schmerzen, auch läßt sich eine leichte Lockerung des Zahnes feststellen. Kälte schafft vorübergehende Linderung der Schmerzen, während Wärme eine Steigerung hervor-

ruft. Die regionären Lymphdrüsen sind geschwollen. Bei der chronischen Form läßt sich oft der apikale Druckpunkt feststellen. Oft deutet Fistelbildung auf die Erkrankung hin.

Im allgemeinen verursachen die chronischen apikalen Erkrankungen keine subjektive Beschwerden, wie viele andere chronische Erkrankungen auch. Nur bei akuten Nachschüben, die von Zeit zu Zeit wieder folgen, treten Beschwerden auf. Den objektiv einwandfreien Nachweis ergibt uns meist das Röntgenbild, das uns eine Verschattung zeigt, von einer einfachen Erweiterung des apikalen Periodontalspaltes bis zum mehr als erbsen- und kirschgroßen Herd.

Die Reaktion des apikalen Parodontiums auf die Infektion ist von der Virulenz der Bakterien und der Immunitätslage des Körpers abhängig. Hochvirulente Bakterien werden einen stürmischen Verlauf bedingen, Bakterien mit geringer Virulenz einen schleichenden Verlauf. Plötzlicher Umschlag in Hochvirulenz hat akute Exazerbation zur Folge auf chronisch entzündlicher Basis (P o r t - E u l e r).

II. Die Bakterien der gangränösen Pulpa.

Bei der Pulpagangrän finden wir mit großer Regelmäßigkeit bestimmte Bakterienarten. In erster Linie sind hier die Streptokokken zu nennen, die, wie Mayrhofer auf Grund von bakteriologischen Untersuchungen feststellte, die Hauptrolle spielen. Die Streptokokken sind im allgemeinen grampositiv, unbeweglich und verflüssigen Gelatine nicht. Nach Heim sind sie gewöhnlich fakultativ anaerob, die meisten wachsen bei Luftzutritt, rascher und sicherer aber in einem sauerstoffarmen Nährmittel, manche gehen bei der ersten Züchtung aus dem Körper nur in sauerstoffreiem Nährmittel an, gewöhnen sich nachher aber an das Wachstum bei Luftzutritt, wieder andere sind obligate Anaerobier.

Eine einheitliche Einteilung und eine unbedingt sichere Differenzierung der verschiedenen Streptokokkenarten ist bis heute noch nicht gelungen. Das liegt nicht zuletzt an der Fähigkeit der Streptokokken, sich unter bestimmten Bedingungen in biologischer Hinsicht im Organismus zu verwandeln. Nach Hilgers besteht bezüglich der Charakterisierung der in der Mundhöhle gefundenen Streptokokken eine unitaristische Richtung, die nur wenige Typen mit einer allerdings großen Neigung zur Variantenbildung annimmt (Morgenroth, Kruse, Seitz, Hilgers) und die normal in der Mundhöhle vorkommenden Arten zur Gruppe des Streptococcus lacticus rechnet. Eine ganz entgegengesetzte Ansicht vertritt die zweite Richtung, die annimmt, daß eine scharfe Trennung innerhalb der Gesamtgruppe der Streptokokken vorwiegend durch morphologische und kulturelle Merkmale möglich und auch notwendig sei (Heim, Schlirf, Knorr).

Bekannt ist die Haupteinteilung der Streptokokken von Schottmüller:

1. Streptococcus longus haemolyticus s. pyogenes,
2. Streptococcus mitior s. viridans,
3. Streptococcus mucosus.

Die Frage der Pathogenität der verschiedenen Streptokokkenarten steht heute im Hinblick auf die Lehre der fokalen Infektion im Vordergrunde des Interesses. Es ist deshalb versucht worden, die Pathogenität der Streptokokken auf Grund der Fähigkeit, ein Hämolysin zu bilden, festzustellen (Schottmüller) und darnach ein Einteilung zu treffen. Doch kann heute die Lösung dieser Frage noch nicht als befriedigend gelten. Zahlreichen Nachprüfungen zufolge ist es aber nicht angängig, die hämolytische Funktion als unbedingten Indikator für die Pathogenität eines vorliegenden Streptokokkenstammes zu verwerten, da einmal absolut nicht alle aus menschlichen Streptokokkenerkrankungen stammenden Kettenkokken blutlösend sind, ferner diese Eigenschaft bei sicher nicht pathogenen gefunden wird. Auch können nicht hämolysierende Stämme in die hämolysierende umgekönnen nicht hämolysierende Stämme in hämolysierende umgekehrt hat Hubert mit Antisepticis eine starke, deutliche Verringerung der Virulenz und Verlust der hämolysierenden Fähigkeit bei hämolytischen Streptokokken erzielt. Diese anhämolytischen Streptokokken können jedoch ihren hämolytischen Charakter und ihre frühere Virulenz nach einiger Zeit unter geeigneten Bedingungen wiedererlangen, so daß dieser Zustand reversibel ist. Nach v. Lingelsheim ist die hämolytische Fähigkeit eine biologische Funktion, die ihrem Wesen nach in keinem Zusammenhang zur Virulenz steht. Während also die Bestimmung der Hämolysinbildung keinen einigermaßen sicheren Aufschluß über die Pathogenität eines Streptokokkus gibt, scheint eine Methode aussichtsreicher zu sein, die von Bürgers vorgeschlagen wurde. Von der bekannten Tatsache ausgehend, daß Leukozyten avirulente Streptokokken in kurzer Zeit phagozytieren, die virulenten aber ungefressen lassen, wird die Virulenz dabei in der Weise bestimmt, daß die zu prüfende Streptokokkenemulsion mit dem Blute einer gesunden Person vermischt wird, und man sodann die Leukozyten zählt, welche keine Streptokokken gefressen haben. Diese Zahl ist die Virulenzzahl, einer hohen Pathogenität entsprach meist eine hohe Virulenzzahl (Seitz).

Über die Bakterienflora gangränöser Zähne hat Strahl eingehende Untersuchungen angestellt und fand:

80 % Streptokokken
38,3 % Staphylokokken
35 % Stäbchen
16 % Kokken.

Ferner ergab die Differenzierung der Streptokokken auf der Blutagarplatte:

27,2% Streptococcus haemolyticus
22,7% „ viridans
7,5% „ mucosus
6,0% „ putrificus
1,5% Pneumococcus
34,8% Streptokokken verschiedener Art.

Mayrhofer wies darauf hin, daß es sich bei gangränösen Zähnen vorwiegend um eine Streptokokken- oder Mischinfektion handelt, bei der man die Streptokokken teilweise oder zusammen mit Staphylokokken, Stäbchen und Hefezellen vergesellschaftet findet. Er fand in fast sämtlichen Fällen Streptokokken, in einem Drittel Staphylokokken, die neben den Streptokokken eine bedeutende Rolle spielen.

Strahl fand nach Differenzierung der gefundenen Staphylokokken:

18mal Staphylococcus albus
2mal „ citreus
1mal „ aureus.

Die Staphylokokken sind runde Bakterien, die zu Haufen zusammengelagert sind und sich nach Gram färben, sie verflüssigen Gelatine und bilden charakteristische Farbstoffe, was zu ihrer Differenzierung führt.

Für die Fäulniserscheinungen bei gangränösen Prozessen sind Anaerobier verantwortlich zu machen, wobei nach Heim die aerobiotischen Kleinwesen und fakultativen Anaerobier den ersten Abbau der Eiweißbestandteile besorgen und so für die Arbeit der Anaerobier erst die nötigen Vorbedingungen schaffen. Unter den fakultativen Anaerobiern finden wir Streptokokken und einige Stäbchen, bei den obligaten Anaerobiern Fusobakterien, Bacillus Proteus, Bacillus putrificus und Spirochaeten. Von älteren Autoren wurden noch verschie-

dene Bakterien beschrieben, die man heute für Variationsformen der eben beschriebenen anaeroben Eiweißzersetzer hält und in diese eingruppiert.

Nach ihrem Vorkommen bei der Gangrän stellt Kamer folgende Reihenfolge der Anaerobier auf:

a) Bacillus ramosus
b) „ oedematis maligni
c) „ fusiformis
d) „ putrificus (Bienenstock).

Die Untersuchungen von Schick und Fischer, die sich auf 60 gangränöse Zähne unter anaeroben Bedingungen erstreckten, ergaben die Züchtung eines Mikrokokkenstammes, der sich im Tierversuch als ziemlich pathogen erwies, eines Stäbchentyps ohne Sporenbildung, der sehr pathogen war, und endlich eines Stäbchentyps mit Sporenbildung, der sich als mit dem Bacillus putrificus identisch erwies.

Als eine Folge der Pulpagangrän ist das auf chronisch entzündlicher Basis nach Rarefizierung des Knochens entstehende apikale Wurzelgranulom anzusehen. Man nimmt an, daß es sich dabei um eine Reaktion des Organismus gegen die Infektion aus dem Foramen apicale handelt mit dem Bestreben, diese zu lokalisieren und vom Körper abzuschließen. Ob Granulome in allen Fällen bakterienhaltig sind oder nicht, ist eine Frage, die noch der endgültigen Lösung harrt. A priori ist kaum anzunehmen, daß ein von einer stark infizierten, zerfallenen Pulpa ausgehendes Granulom in Wirklichkeit bakterienfrei ist. Demgegenüber fand Löffler, daß ringsum geschlossene Granulome auch im Innern keimfrei sind, und Harndt ist der Ansicht, daß nur Granulome mit Degenerationserscheinungen, heftigen akuten Entzündungsvorgängen, in den Gewebsspalten und Lücken positiven Bakterienbefund zeigen (nach Kühn), während Weber und Pesch nachwiesen, daß alle Granulome Bakterien enthalten. Die verschiedenen Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen sind vielleicht darauf zurückzuführen, daß das Entfernen des Granuloms ohne Schmierinfektion mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, in den meisten Fällen wird diese Infektion durch Berühren mit der Schleimhaut eintreten und das Ergebnis der Untersuchungen illusorisch machen.

Cook züchtete aus Granulomen vorwiegend Streptokokken, vereinzelt Staphylokokken und grampositive Stäbchen mit Streptokokken vergesellschaftet, in 8% war der bakteriologische Befund negativ. Bulleid fand in allen Granulomen Streptokokken, ferner seltener den Bacillus fusiformis in Symbiose mit nicht hämolysierenden Streptokokken mit oder ohne Bac. xerosis, anaerobe Streptokokken mit Bac. fusiformis oder mit Leptotrix buccalis, auch Staphylokokken zusammen mit Streptokokken.

Im allgemeinen findet man in Granulomen vorwiegend Streptokokken, darunter am häufigsten die Viridansformen, seltener hämolytische Arten. Zwischen Granulationsfläche und Wurzelloch sind dagegen nach Hilgers die verschiedensten Bakterien aus der mischinfizierten Pulpa aufzufinden.

Die Bakterien in apikalen Herden stehen nach Seguin in gegenseitiger Beziehung zueinander in dem Sinne, daß die Existenz säurebildender Keime (B. acidophilus-Gruppe) nur wenigen Eitererregern gestattet, pathologische Veränderungen hervorzubringen, die chronisch verlaufen. Im Falle ihres Fehlens kommt es zu akuten Erscheinungen, zu einem stürmischen Verlauf des Krankheitsprozesses. Bei akuten Abszessen und Drüsenphlegmonen werden die säurebildenden Keime überwuchert von pyogenen Erregern, speziell von Anaerobiern (B. ramosus, B. fragilis, Streptococcus putridus). Auf diese Weise läßt sich durch bakteriologische Untersuchungen der gewöhnlich milde Verlauf periapikaler Erkrankungen und ihre erfolgreiche Therapie erklären. Bei Fistelbildung haben wir es also mit Bakterien von höherer Virulenz zu tun, wobei der Organismus nicht imstande ist, den Infektionsherd abzukapseln.

Die Granulome sind also als abgeschlossene Bakterienansammlungen aufzufassen und stellen Infektionsherde dar, die für die fokale Infektion von großer Bedeutung sein können, und denen man heute ganz besondere Beachtung schenkt.

Die fokale Infektion ist ein Tatsache, die wir ohne weiteres nicht von der Hand weisen dürfen, doch scheinen die amerikanischen Anhänger die Rolle, die sie im allgemeinen spielt, zu überschätzen. Daß Herde an den Zähnen eine Gefahr für den Patienten bedeuten, ist nicht zu bestreiten, immerhin spielt für die Weiterverbreitung der Infektion über den Primärherd hinaus neben anderen Faktoren

(Virulenzsteigerung der Bakterien) die jeweilige Konstitution des Individuums, die allerdings dauernder Veränderung unterworfen ist, eine Hauptrolle.

Für den schließlichen Erfolg einer über den ersten Infektionsort hinausgehenden Keimausbreitung ist nach S i e g m u n d die Abwehrfähigkeit des Organismus in allererster Linie maßgebend. Sie ist letzten Endes gebunden an die verdauenden Fähigkeiten der Mesenchymzellen, die unter allen Umständen auch mit der Bildung humoraler Antikörper in engster Beziehung stehen. Die Frage der fokalen Infektion mündet letzten Endes in den Problemen der Immunitätspathologie.

III. Die Therapie der Pulpagangrän.

Die Behandlung der Pulpagangrän ist wohl das schwierigste Problem der konservierenden Zahnheilkunde, das trotz zahlreicher Methoden und einer Unzahl von Medikamenten bis heute noch nicht zur Zufriedenheit gelöst werden konnte. Das liegt an der anatomischen Beschaffenheit des Zahnes. Denn die Wurzelkanäle mit ihren seitlichen und apikalen Ramifikationen sind mit putriden Massen überschwemmt. Ja auch das Dentin, dessen einwandfreie Keimfreimachung sich bis heute noch nicht erzielen ließ, muß fast bis zur Wurzelhaut als infiziert betrachtet werden. Ferner ist in den meisten Fällen das periapikale Gewebe schwer in Mitleidenschaft gezogen, worauf die Chemotherapie besondere Rücksicht zu nehmen hat, um die für die günstige Heilung des Prozesses äußerst wichtige vitale Energie der gegen die Infektion organisierten Zellen nicht zu schädigen, sondern günstig zu beeinflussen.

Die Prognose ist daher bei Mitbeteiligung des apikalen Gewebes (Gangraena complicata) wesentlich ungünstiger, als in solchen Fällen, wo sich der faulige Zersetzungsprozeß auf den Kanalinhalt beschränkt, und die Wurzelhaut klinisch als intakt bezeichnet werden kann.

Der Kampf richtet sich bei der Therapie besonders gegen die Bakterien selbst, dann gegen ihre Toxine und die fauligen Zersetzungsprodukte des Wurzelkanals. In erster Linie müssen wir darnach streben, sämtliche Zerfallsprodukte der Pulpa aus dem Kanalsystem zu entfernen, was uns restlos bei seiner anatomischen Beschaffenheit mit ihrer Vielgestaltigkeit und Unregelmäßigkeit nur in den seltensten Fällen und zwar bei einfachen Verhältnissen gelingen dürfte. Bei der Entfernung des Detritus aus dem Kanal besteht die Gefahr, daß infizierte Massen durch das Foramen apicale gepreßt werden und im Parodontium schwere Entzündungserscheinungen hervorrufen. Deshalb sollte der wenig Geübtere aus prophylaktischen Gründen erst

nach einer antiseptischen Vorbehandlung die Ausräumung des Kanalinhaltes vornehmen. Dies kann auch gleich in der ersten Sitzung bei genügender Vorsicht unter antiseptischem Bade mit feinen Nervextraktoren geschehen.

Um dieses Ziel zu erreichen, kann man auf mechanischem oder chemischem Wege vorgehen. Am besten bewährt sich m. E. eine Kombination beider Methoden, wobei auf die mechanische Reinigung und Erweiterung der Kanäle der Hauptwert zu legen ist, denn sie beseitigt außer den Schmutzmassen und Nischen der Kanalwände auch einen Teil der in den Wurzelkanal mündenden Dentinkanälchen, die dort den größten Durchmesser aufweisen und deshalb stark infiziert sind. Auf diese Weise werden die meisten Bakterien mit dem Schmutz mechanisch beseitigt, und der Wirkungsgrad der später eingebrachten Desinfizientien wird in dem erweiterten Kanal infolge größerer Angriffsfläche und besserer Tiefenwirkung weit höher sein, als in einem gar nicht oder nur schlecht erweiterten Kanal. Die Unterlassung dieser wichtigen Vorbehandlung ist in den meisten Fällen für einen Mißerfolg verantwortlich zu machen.

Nach Kantorowicz, der experimentell die Wirkung der chemischen Mittel zur Erweiterung der Kanäle untersucht hat, müssen wir den physikalischen Mitteln weitaus den Vorzug geben, da die Erweiterung mit chemischen praktisch als nicht nennenswert zu verzeichnen ist. Von mechanischen Mitteln haben sich Rattenschwanzfeilen, Kerrnadeln, Walkhoff'sche Reibahlen, Beutelrockbohrer u. a. gut bewährt; ihre Anwendung ist bei Einhaltung gewisser Vorsichtsmaßregeln unbedenklich.

Von chemischen Mitteln seien die Säuren erwähnt, und endlich das Antiformin, das von Mayrhofer empfohlen wurde; neben der auflösenden und reinigenden Wirkung kommt diesen Mitteln auch noch eine desinfizierende zu. Vor einer allzu energischen Anwendung der chemischen Mittel muß jedoch wegen der daraus entstehenden Reizung des Parodontiums gewarnt werden.

Um auch die organischen Reste aus den seitlichen Ramifikationen der Wurzelkanäle zu entfernen, die der mechanischen Beseitigung unzugänglich sind, werden Mittel empfohlen, die eine Auflösung dieser Massen hervorrufen sollen. Genannt seien das von Back angegebene Pulpasolvin, Antiformin, Hypochlorit, Neoantiformin und

Heinemanns Pepsin-HCl Gemisch. Die von Back angegebene gute auflösende Wirkung des Pulpasolvins konnte aber von Sydler und Müller weder im Reagensglas noch am Patienten bestätigt werden. Am besten hat sich nach Sydler das Neoantiformin bewährt. Eingehende histologische Untersuchungen darüber hat ferner Ullik angestellt; er kam zu dem einheitlichen Ergebnis, daß die Entfernung der in den Verzweigungen der Wurzelkanäle restierenden Massen nur in ganz seltenen Fällen gelingt. Von 115 Seitenkanälen waren nur 3 vollkommen rein. Mit den chlorhaltigen Präparaten Neoantiformin und Hypochlorit können wir relativ gute, aber noch lange nicht befriedigende Reinigungsresultate erzielen, das Neoantiformin liefert anscheinend bessere Resultate als Hypochlorit. Es gelang Ullik, mit einer alkalischen Silberlösung alle zurückgebliebenen Reste zu erreichen, doch kommt es bei der klinischen Verwendung dieser Silberlösung häufig zu sehr unangenehmen Entzündungserscheinungen.

Zur Entfernung gangränöser Kanalüberreste versuchte Wilkinson den „Reading bacillus" zu benutzen. Er hat damit an Hundezähnen ganz gute Erfolge erzielt. Der große Nachteil dabei ist jedoch der faulige Geruch, der bei dieser Prozedur entsteht und die Anwendung in der Mundhöhle wohl unmöglich macht, ebenso diesbezügliche technische Schwierigkeiten. Wilkinson ist daher dazu übergegangen, proteolytische Enzyme nicht bakteriologischen Ursprungs zu versuchen, wie Pepsin und Trypsin und hat Papain untersucht. Es wurde Papain in Substanz mit bekannten antiseptischen Mitteln wie Thymol und Phenol, als auch allein in 10%iger Lösung angewandt. Wilkinson fand, daß nach 7—8 Tagen der Wurzelkanal so frei von nekrotischem Gewebe war, wie es keine mechanische Methode zustande bringe (Oskar Müller).

Die Wilkinson'sche Methode scheint also gute Resultate zu zeitigen, doch wären zur endgültigen Beurteilung seiner Methode histologische Kontrolluntersuchungen am Menschen erforderlich. Im allgemeinen jedenfalls müssen wir gestehen, daß es uns mit den angegebenen Mitteln bis heute nicht möglich ist, die gangränösen Massen eines infizierten Zahnes restlos zu entfernen. Denn sein kompliziertes Kanalsystem bietet der Wirkung unserer Medikamente die denkbar größten Schwierigkeiten. Die Angriffsfläche unserer Chemikalien ist

nämlich viel zu gering, und es bildet sich zwischen dem zerfallenen Gewebe und dem Lösungsmittel eine gesättigte Isolierschicht, die ein weiteres Vordringen des Mittels verhindert.

Von der Überlegung ausgehend, daß ein infizierter Kanal nur dann mit Sicherheit sterilisiert werden kann, wenn er bis zum Foramen durchgängig gemacht und gereinigt wird, muß man die Forderung aufstellen, daß gangränöse Zähne bis zum Apex erweitert werden. Dieses Postulat unterstreicht S t e i n, der an 500 Zähnen die Durchgängigkeit der Kanäle geprüft und röntgenologisch die Ergebnisse festgehalten hat, und schreibt weiter, daß dies nicht dazu führen muß, daß ein großer Teil der infizierten Zähne aus der Behandlung ausgeschaltet wird. Er konnte vielmehr feststellen, daß je nach der Zahngattung bei 58—100% dieser Forderung Genüge geleistet werden konnte. Allerdings ist die Durchgängigmachung der Kanäle mitunter eine schwierige und sehr zeitraubende Arbeit, deren Technik sorgfältig erlernt werden muß. Dort, wo die für diese Behandlung nötige Zeit aus irgend welchen Gründen nicht aufgebracht werden kann, oder wo die Behandlung nicht zu dem nötigen Ziele führt, kommt die Extraktion des Zahnes in Betracht. Ein Kompromiß, der darin besteht, daß in einem nicht ganz gereinigten infizierten Kanal ein Antiseptikum eingebracht wird, das die Aufgabe erfüllen soll, durch Fernwirkung einen apikalen Herd zur Ausheilung zu bringen, erscheint nach den bisherigen Erfahrungen als eine ungenügende Behandlung.

Daß diese Forderung zu Recht besteht, beweisen die bakteriologischen Untersuchungen von S c h i c k und F i s c h e r, die ebenfalls auf dem Standpunkt stehen, daß nur Zähne mit völlig bis zum Wurzelloch durchgängigen Kanälen sich zur Behandlung lohnen: „Bleibt noch ein kleiner Blindsack übrig, so ist die Behandlung illusorisch, denn die hermetisch abschließende Wurzelfüllung, die wir als die höchste Gewähr gegen eine Reinfektion betrachten, verhindert zwar das Wiederaufleben der Aerobier, schafft aber geradezu ideale Lebensbedingungen für die Anaerobier. Von den vielen Zähnen, die wir geöffnet und verarbeitet haben, waren die schlimmsten Bakterienträger, die mit technisch einwandfreier Wurzelfüllung versehen waren, bei denen aber doch noch ein kleiner unkontrollierbarer Rest am Ende des Kanals oder in einer Knickung zurückgeblieben war.

Wer könnte aber behaupten, daß jeder mehrwurzelige Zahn bis zum Wurzelloche durchgänig gemacht werden kann? Bis zur Lösung dieser Frage wird die Behandlung putrider Zähne immer die Crux des Zahnarztes und des Patienten bleiben."

Nach der eben besprochenen gründlichen mechanisch-chemischen Reinigung und Erweiterung der Kanäle muß ihre Desinfektion in Angriff genommen werden. Das Ziel, das wir dabei verfolgen, ist die Keimfreimachung des Wurzelkanals, seiner Ramifikationen und des Dentins. Prinzipiell müssen wir deshalb von einem Desinfektionsmittel verlangen, daß es eine genügend starke Penetrationskraft und bakterizide Eigenschaft besitzt, um die in den Buchten des Kanalsystems und in den Dentinkanälchen sich befindenden Bakterien unschädlich zu machen. Dabei soll es auf das periapikale Gewebe keinen schädlichen Einfluß ausüben, um ihre für die Bekämpfung der Infektion so wichtige vitale Energie nicht zu schwächen. Es soll auch keinen zu scharfen Geruch haben, um den gangränösen Geruch bei ungenügender Reinigung des Kanals nicht zu verdecken.

Die Frage, ob wir mit unseren gebräuchlichen Antisepticis eine sichere, andauernde Sterilität des Kanalsystems erzielen können, müssen wir in vielen Fällen wohl verneinen. Bakteriologische Untersuchungen darüber hat M a y r h o f e r angestellt mit dem Ergebnis, daß wir die Streptokokken und Staphylokokken niemals völlig aus einem Zahn entfernen können. Solange uns dies nicht gelingt, bleibt die Reinfektion eine drohende Gefahr für den infiziert gewesenen Zahn. Die Quelle der Reinfektion müssen wir in dem komplizierten Kanalsystem des Wurzeldentins suchen, das namentlich im Bereich der Wurzelspitze stark entwickelt sein kann. Durch unsere desinfizierenden Einlagen können wir Lumen und Wände wenigstens der zugänglichen Kanäle keimfrei machen, aber die tief in den Dentinkanälchen bzw. in den kleinen Nebenkanälchen sitzenden Mikroorganismen entziehen sich meist der Wirkung unserer Medikamente. In der Praxis braucht die Behandlung solcher Wurzelkanäle nicht immer erfolglos zu verlaufen, wenn auch nicht immer alle vorhandenen Keime durch unsere Medikamente getötet werden, so kann doch ihre Virulenz bis zur Wirkungslosigkeit herabgesetzt werden.

Die Frage, ob wir durch desinfizierende Behandlung die Mikroorganismen im Wurzelkanal vollständig abtöten können oder ob dieselben

nur in ihrer Entwicklungsfähigkeit gehemmt werden, ist nach Hilgers heute noch nicht gelöst.

Die meisten Antiseptika sind starke Protoplasmagifte infolge ihrer Wirkung, Eiweiß zu fällen. Von den gebräuchlichsten seien erwähnt das Phenol, das Kantorowicz wegen seiner starken Penetrationskraft mit Vorliebe verwendet. Es ist jedoch ein stark ätzendes Mittel, worauf Heinemann besonders hingewiesen hat.

Heinemann ist der Ansicht, daß alle eiweißfällenden Mittel zur Desinfektion untauglich sind, da durch die Eiweißreaktion eine undurchdringliche Zwischenschicht gebildet wird, die eine weitere, tiefergehende bakterizide Wirkung verhindert. Demgegenüber hat Rolffs festgestellt, daß Eiweißkoagulation und Diffusion einander nicht ausschließen.

Außerdem wird das Trikresol-Formalin vielfach angewandt, es wurde von Gysi erstmalig empfohlen; ferner das Formalin, dessen Tiefenwirkung so groß ist, daß fast regelmäßig periapikale Reizerscheinungen die Folge sind. Besonders wirksam ist auch das Thymol, das Eiweiß nicht koaguliert, Trypaflavin und Chlorphenol, das in Verbindung mit Campher von Walkhoff empfohlen wird.

Ein hervorragendes Antiseptikum ist ferner das wasserlösliche Chlorkresol „Dentisteril", auf dessen Vorzüge Praeger hinweist. Bei starker bakterizider Kraft hat es besonders geringe Gift- und Ätzwirkung und ist wegen seines geringen Geruches speziell bei Gangrän ein wertvolles Mittel. Außerdem ist seine Diffusionsfähigkeit die praktisch zulässige, es diffundiert nicht zu stark, was eine Gewebsschädigung hervorrufen würde, sondern in genügendem Maße, um eine bakterizide Wirkung auf einige Entfernung entfalten zu können.

Müller verwendet zur Desinfektion gangränöser Zähne Asphalin nach dessen Anwendung in 85% im Dentin keine Bakterien mehr nachgewiesen werden konnten, mit Trikresol-Formalin ließ sich in 50% Sterilität erzielen (Kossow).

Genannt seien außerdem die Chloramine, die zu den besten Desinfektionsmitteln gehören. Sie haben sich durchaus bewährt und stehen in ihrer Reizlosigkeit auf lebendes Gewebe oben an.

Eine Methode, bei der es zwar gelingt, in die feinsten Ramifikationen des Wurzelkanals einzudringen und die Bakterien dort un-

schädlich zu machen, ist die H o w e'sche Silberreduktionsmethode, die eine Reinfektion unmöglich machen soll. Doch haften dieser Methode größere Nachteile an, die in einer häßlichen, schwarzen Verfärbung der Zähne und einer Schädigung des periapikalen Gewebes bestehen.

Endlich sei noch die Sterilisation der Kanäle vermittels Diathermie erwähnt. Man hat dieser Methode in den letzten Jahren mehr Aufmerksamkeit geschenkt und neuerdings bakteriologische Untersuchungen über ihre Wirkung angestellt. Die Schwierigkeit liegt bei der Diathermie in der Dosierung; als Maßstab dient die Schmerzäußerung des Patienten. Von großer Bedeutung für die praktische Zahnheilkunde ist zweifellos der erhebliche Zeitgewinn, weshalb die Diathermie in der gewöhnlichen Wurzelbehandlung sicherlich viele Anhänger finden wird, doch haben die neuesten bakteriologischen Untersuchungen W a s g i e n s gezeigt, daß bei gangränösen Zähnen dieses Verfahren zu geringe Tiefenwirkung hat, und daß ihm deshalb die Bedeutung, die man ihm auf Grund der klinischen Erfolge beigemessen hat, doch nicht zukommt. W a s g i e n empfiehlt eine Kombination mit einem Antiseptikum, dessen Wirkungsgrad durch die dabei entstehende Wärmeentwicklung wesentlich erhöht wird.

In Fällen, wo der Pulpazerfall sich auf die Kronenpulpa beschränkt, und die Pulpastümpfe in der Wurzel noch leben oder wo die ganze Pulpa schließlich zerfallen, das periapikale Gewebe jedoch klinisch intakt ist, können wir bei einigermaßen sachgemäßer Behandlung auf einen Erfolg rechnen, freilich müssen wir auch bei der partiellen Gangrän eine gründliche Desinfektion des ganzen Kanales und des Dentins vornehmen, da wir ja nicht genau wissen können, wie weit die Bakterieninvasion fortgeschritten ist, wobei das periapikale Gewebe besonders zu schonen ist. Ist dagegen die Pulpagangrän noch durch periapikale Reizerscheinungen kompliziert, so gestaltet sich die Behandlung etwas schwieriger, doch prinzipiell modifiziert die apikale Komplikation die Therapie in keiner Weise. Wir gehen dabei von dem Grundsatz aus, daß es heute noch nicht möglich ist, lebendes Gewebe keimfrei zu machen und verzichten daher von vornherein auf die Sterilisation des apikalen Gewebes und beschränken uns darauf, Neuinfektionen von seiten des Pulpakanals auszuschalten und günstige Abflußmöglichkeiten für die Entzündungsprodukte zu schaffen.

Dies genügt in den meisten Fällen, mit der Bakterieninfektion des apikalen Gewebes wird der Körper dann gewöhnlich allein fertig.

Bei der akuten Periodontitis verfahren wir nach der üblichen Gangränbehandlung. Wir reinigen den Kanal von den putriden Massen, wonach in den meisten Fällen in kurzer Zeit die Entzündungserscheinungen abklingen. Prinzipiell sind wir bestrebt, den Kanal abzuschließen, um eine Neuinfektion von der Mundhöhle aus zu vermeiden. Entleert sich aber seröses oder eitriges Exsudat aus dem Kanal, so müssen wir ihn natürlich offen lassen oder wir wenden die Weiser'sche Drainage an. Nach einigen Tagen hört gewöhnlich die Sekretion auf; wir fahren dann mit der Gangränbehandlung fort. Tritt jedoch eine Parulis auf, so verschaffen wir nach erfolgter Abszedierung durch Incision in die Gingiva dem Eiter Abfluß.

Darnach haben wir gewöhnlich einen Alveolarabszeß an der Wurzelspitze vor uns, der mit oder ohne Fistelbildung auftreten kann. Der Fistelgang erleichtert unsere Therapie, denn hierbei hat der Eiter eine Abflußmöglichkeit und wir brauchen einfach die normale Gangränbehandlung durchzuführen, während in Fällen ohne Fistelbildung der Wurzelkanal die Funktion des Fistelganges übernehmen muß: wir sind dann gezwungen, den Kanal offen zu lassen, bis die Sekretion zum Stillstand gekommen ist, wir verfahren dann wieder wie bei unkomplizierter Gangrän.

Bei der granulierenden Form der apikalen Peridontitis treffen wir unsere therapeutischen Maßnahmen nach ähnlichen Gesichtspunkten: „Können wir aber nach 2—3 Einlagen den Kanal nicht trocken bekommen, so ist dieser Fall für konservierende Therapie allein nicht geeignet, sondern muß wurzelspitzenreseziert werden. Diese refraktären Fälle beruhen aber auch nicht etwa auf einem konstitutionell minderwertigen Bindegewebe, das parenteral durch Käse- oder andere Einspritzungen stimuliert werden könnte, sondern darauf, daß zwischen Granulom und Wurzelspitze sich ein Spalt befindet, der gewöhnlich die Folge eines Abszesses im Granulom ist, die Wurzelspitze freilegt und sie zu einem nekrotischen Fremdkörper macht. Dann hilft natürlich keine abwartende Therapie, auch kein antiseptisches Medikament, denn wir dürfen uns nicht einbilden, die zerklüftete Oberfläche einer Wurzelspitze, deren Lakunen mit Detri-

tus gefüllt sind, durch das Foramen apicale hindurch sterilisieren zu können. In einem solchen Fall bedeutet Heilung Verwachsen des Bindegewebes mit einem Fremdkörper, also Implantation, aber Implantation gelingt niemals ohne absolute Sterilität." (Kantorowicz).

Die direkte Behandlung von Granulomen vermittels Durchspritzungsverfahren wird von verschiedenen Autoren (Walkhoff, Münch, Feiler) angewandt, und der Erfolg ihrer Therapie durch röntgenologische Kontrolluntersuchungen dokumentiert. Als Injektionsmittel finden Chlorphenol, Chlorphenol-Kampfer-(Mentol), Chloramin, Chlumsckysche Lösung, Wasserstoffsuperoxyd, Rivanol u. a. Anwendung. Doch haben m. E. diese Mittel einen mehr oder weniger schädlichen Einfluß auf das periapikale Gewebe. Zwar waren die klinischen Resultate bei dieser Methode gut, auch röntgenologisch konnte meistens eine Verkleinerung des apikalen Herdes nachgewiesen werden, aber der pathologisch-anatomische Beweis durch histologische Untersuchungen ließ sich nicht erbringen.

Schließlich wurde noch versucht, mit Röntgenstrahlen Granulome zum Verschwinden zu bringen, doch konnte auch diese Methode, wie histologische Untersuchungen ergaben, nur als Teilerfolg gebucht werden.

Wenn die rein konservative Therapie der komplizierten Gangrän nicht zu einem befriedigenden Resultat führt, so kann die von Partsch empfohlene Wurzelspitzenresektion Anwendung finden. Doch auch sie schließt mit absoluter Sicherheit eine Reinfektion nicht aus, ätiologisch dafür verantwortlich zu machen ist die durch den Schnitt freigelegte infizierte Dentinfläche (Kronfeld). Eine entsprechende Behandlung der Schnittfläche mit Argentum nitricum und fester Verschluß des Foramen wäre deshalb zu empfehlen. In den meisten Fällen erfolgt trotzdem Heilung, so daß die Annahme gerechtfertigt erscheint, daß hauptsächlich die Regio ramificatoria der Wurzelspitze für eine Reinfektion die Ursache abgibt. Dieser Operationsmethode, der infolge der komplizierten anatomischen Verhältnisse besonders der Molaren bestimmte Grenzen gezogen sind, muß selbstredend die medikamentöse Behandlung des Wurzelkanals vorausgehen mit prae- oder intraoperativer Füllung der Wurzel.

Nach der Desinfektion des Wurzelkanals, es genügen bei gründlicher Vorbehandlung 2—3 antiseptische Einlagen, erfolgt seine end-

gültige Füllung. Um eine Reinfektion auszuschließen, soll das Füllmaterial am Foramen dicht abschließen, eine noch langdauernde antiseptische Wirkung besitzen, dabei auf das periapikale Gewebe keinen schädigenden Einfluß ausüben und im Röntgenbild einen Schatten werfen. Eine Unzahl von Materialien sind zur Wurzelfüllung schon angegeben worden, von denen allerdings keines allgemein befriedigen konnte. Die Frage, ob wir der aseptischen oder antiseptischen Wurzelfüllung den Vorzug geben, muß wegen der mit der aseptischen Methode verbundenen Schwierigkeiten und des in jedem Einzelfalle nicht nachweisbaren bakteriendichten Abschlusses am Foramen dahin beantwortet werden, daß wir bei gangränösen Zähnen der antiseptischen Methode den Vorrang geben. Von den wichtigsten Mitteln seien genannt: Die Triopaste Gysis und ihre verschiedenen Modifikationen, Albrecht'sche Wurzelfüllmasse, paraformaldehydhaltige Pasten, Chlorphenolcampher-Mentol-(Thymol)-Jodoform von Walkhoff, Argentosteril von Praeger, Silber in Form von Silberspitzen oder Pulver u. a. Auf die Betrachtung der Füllmaterialien im einzelnen soll hier nicht näher eingegangen werden.

In Fällen, wo mit der konservativen, medikamentösen Therapie befriedigende Resultate nicht erreicht werden können, und eine Wurzelspitzenresektion aus anatomischen oder sonstigen Gründen kontraindiziert ist, kommt die Extraktion des Zahnes in Frage. In der praktischen Zahnheilkunde wird die Indikation zur Extraktion vom ökonomischen Standpunkt aus bedeutend erweitert werden müssen, wenn der physiologische Wert des Zahnes in einem Mißverhältnis zu den Kosten und Mühen seiner Erhaltung steht. Diese hinwiederum ist abhängig von der sozialen Stellung und dem Wunsche des Patienten, von kosmetischen Faktoren und der zur Verfügung stehenden Zeit. Unser oberster Grundsatz soll bei der Therapie die wirkliche Sanierung der Mundhöhle und die damit in Verbindung stehende Gesundheit unserer Patienten sein, was schon im Hinblick auf die Frage der fokalen Infektion gefordert werden muß.

Um unsere Patienten vor Schädigungen zu bewahren, die von ungenügend behandelten gangränösen Zähnen ausgehen können, müssen wir darnach trachten, den Erfolg unserer Therapie zu kontrollieren. Die dabei in Betracht kommenden Kontrollmethoden haben im Laufe der Zeit eine wesentliche Umwandlung erfahren.

IV. Kontrollmöglichkeiten behandelter gangränöser Zähne.

A. Klinische Methode.

Früher hatte man sich damit begnügt, vom rein klinisch empirischen Standpunkt aus die Symptomlosigkeit und Funktionsfähigkeit eines Zahnes als therapeutischen Erfolg zu betrachten. Dieser Methode allein können wir heute keine wissenschaftliche Berechtigung mehr zusprechen, auch wenn sie sich auf eine noch so langjährige Erfahrung stützt. Das liegt nämlich in der Tatsache begründet, daß eine periapikale Läsion jahrelang bestehen und im Organismus Schädigungen hervorrufen kann, ohne daß der Patient oder wir irgend welche klinischen Erscheinungen feststellen können. Bei der Behandlung selbst wurde die Geruchlosigkeit des Wurzelkanals als Beweis für seine Sterilität angesehen, und die Kanäle wurden dann unbedenklich gefüllt. Heute wissen wir, daß man mit dieser Ansicht nicht recht hatte.

B. Röntgenologische Methode.

So bedeutete das Röntgenbild als Kriterium für die Wurzelfüllung eines behandelten gangränösen Zahnes und für die erfolgte Ausheilung periapikaler Prozesse nach medikamentöser oder chirurgischer Therapie einen wesentlichen Fortschritt. Seine Anwendung hat deshalb zu Recht eine ungeahnte Ausdehnung erfahren, und tatsächlich besitzt die praktische Zahnheilkunde in ihm die beste Kontrollmöglichkeit für Erfolge oder Mißerfolge von Wurzelbehandlungen. Freilich ist auch der Wert des Röntgenbildes nur relativ, indem es uns zwar über die groben und sinnfälligen im periapikalen Gewebe sich abspielenden Vorgänge mit leichten oder schlecht lokalisierbaren klinischen Erscheinungen Aufschluß gibt. Feinere histologische Strukturverschiedenheiten oder frische akute Prozesse dagegen lassen sich

aus dem Röntgenbild nicht ersehen, das röntgenologisch Normale braucht daher nicht unbedingt mit dem identisch sein, was wir vom histologisch-anatomischen Standpunkt aus als der Norm entsprechend bezeichnen. Zur Feststellung von symptomlos verlaufenden apikalen Veränderungen, sei es die Ausheilung von Granulomen, sei es ihre Neubildung nach spezieller Therapie leistet uns das Röntgenbild unschätzbare Dienste. Allerdings dürfen wir dabei die aus dem Röntgenbild ersichtlichen Veränderungen nicht unbedingt als dem tatsächlichen pathologischen Zustand entsprechend betrachten und darauf unsere speziellen therapeutischen Indikationen aufbauen. Denn bei Anfertigung eines Röntgenbildes können Zufallsmomente eine Rolle spielen, anatomische Sonderheiten sich röntgenographisch als von der Norm abweichende Verschattungen auswirken, was dann zu Fehldiagnosen führen kann.

Eine Erweiterung des Periodontalspaltes am Apex, eine scharf abgegrenzte oder allmählich in die normale Knochenstruktur übergehende Verschattung deutet auf eine periapikale Veränderung hin, auf eine Rarefizierung des Knochens. Bei einer Verschattung am Apex handelt es sich meistens um ein Granulom, bei scharf umgrenzten Herden um eine Cyste. Die Ausdehnung des im Röntgenbild sichtbaren Herdes weicht oft von der bei der Operation gefundenen ab. Als wertvolles diagnostisches Hilfsmittel ist das Röntgenbild zur Auffindung von Herden bei der fokalen Infektion und zur Feststellung ihrer Ausheilung nach entsprechender Therapie von großer Bedeutung.

Um eine medikamentöse Behandlung eines gangränösen Zahnes einwandfrei in technischer Hinsicht durchführen zu können, ist uns das Röntgenbild ein zuverlässiges Hilfsmittel, es gibt uns über Form und Lage der Wurzelkanäle, ihre Zugänglichkeit und Füllung sicheren Aufschluß. Zur Feststellung des Heilungsvorganges bei einem Granulom sind allerdings mehrere Aufnahmen anzufertigen und ein bestimmter Zeitraum von mindestens mehreren Monaten muß zwischen der Wurzel-Behandlung und der Anfertigung des Röntgenbildes liegen, was die Behandlung natürlich wesentlich verzögert.

Die Anfangsaufnahmen der Wurzelbehandlung zeigen gewöhnlich verschiedene Bilder. Die Endaufnahmen sollen annähernd dasselbe periapikale Bild zeigen, da die Erhaltung des gesunden und die Aus-

heilung des erkrankten periapikalen Gewebes oder besser Erhaltung oder Wiederherstellung normaler Alveolarspaltverhältnisse das erstrebenswerte Ziel unserer Therapie ist (Stephanides).

Um unsere Patienten vor Schäden zu schützen, wäre die Forderung berechtigt, eine röntgenologische Nachuntersuchung sämtlicher wurzelbehandelter Zähne in Intervallen von wenigen Jahren vorzunehmen, um entstandene Herde sofort zu beseitigen.

Wenn ursprünglich vorhandene pathologische Veränderungen um die Wurzelspitze, die auf die Anwesenheit von Bakterien zurückzuführen sind, nach konservierender oder chirurgischer Therapie bis zur Norm zurückgehen, wenn die periapikalen Einschmelzungen durch normale Knochenspongiosa wieder ersetzt erscheinen, ein normaler Periodontalspalt die Wurzelspitze umzieht, so ist nach Riha wohl kein anderer Schluß gestattet als der, der erfolgten Ausheilung bzw. der unwirksam gemachten ehemaligen Infektion.

Begelmann, der an behandelten gangränösen Zähnen, die klinisch intakt waren und normal funktionierten, röntgenologische Untersuchungen anstellte, fand in 48% normales röntgenologisches Aussehen.

In den meisten Fällen gibt uns das Röntgenbild einen Hinweis auf die Existenz krankhafter Veränderungen, aber über den pathologisch-anatomischen Zustand der erkrankten Stelle läßt es uns im unklaren, ganz zu schweigen davon, daß wir daraus sichere Schlüsse ziehen könnten auf die Pathogenität des Krankheitsvorganges und auf das Vorhandensein von virulenten und pathogenen Bakterien (Feiler).

Man kann ja bis zu einem gewissen Grade wenigstens aus der Wiederherstellung des normalen Aussehens im Röntgenbild schließen, daß die Bakterien entweder völlig abgetötet sind oder ihre Entwicklungsfähigkeit bis zur Wirkungslosigkeit gehemmt ist.

Nach Steiner spielt die Quantität der Mikroorganismen eine beachtliche Rolle, die bloße Anwesenheit eines Keimes besagt nicht viel. Deshalb geht die als Kriterium ausgeheilter Wurzelkanalinfektion verlangte bakteriologische Prüfung zu weit. Sie übersieht die durch die Widerstandskraft des Organismus erzielte Wirkungslosigkeit von eventuell noch vorhandenen Keimen. Ein Beweis für die Wirkungslosigkeit ist das Röntgenbild, fehlende subjektive Erscheinungen allein genügen nicht. Steiner dürfte den Wert des Röntgenbildes doch

etwas überschätzen, denn von scheinbar klinisch intakten Zähnen können trotzdem Infektionen hervorgehen, ohne daß das Röntgenbild uns darüber Ausschluß gibt.

So problematisch also der Wert des Röntgenbildes für das Erkennen von pathologischen Vorgängen sich zeigt, so sind doch die Fälle, bei denen es zu falschen Diagnosen Anlaß gab, nicht so häufig, daß sie geeignet wären, den Wert des Röntgenbildes und den ungeheuren Nutzen, den es schafft, zu mindern.

Die röntgenologische Untersuchungsmethode allein ist aber zur Erlangung praktisch brauchbarer Schlüsse nicht ausreichend, zum mindesten müssen wir die klinischen Symptome damit in Zusammenhang bringen. Wollen wir jedoch in der Beurteilung des pathologischen Zustandes ganz sicher gehen, so sind noch experimentelle, pathologisch-histologische und bakteriologische Untersuchungen mit heranzuziehen.

C. Bakteriologische Methode.

Nur die bakteriologische Kontrolle vermag uns einwandfreie Resultate über die Anwesenheit von Keimen im Wurzelkanalsystem und im Dentin zu liefern. Sie hat in erster Linie die Aufgabe, unsere Desinfizientien hinsichtlich ihrer bakteriziden Eigenschaft zu prüfen. Um theoretisch den Erfolg einer Behandlung der Pulpagangrän sicherzustellen, muß das Kanalsystem und das Dentin keimfrei sein. Sonst bleibt die Reinfektion des Wurzelkanals eine drohende Gefahr für den Zahn. Denn die tief in den Dentinkanälchen bzw. in den kleinen Nebenkanälchen sitzenden Mikroorganismen, unter denen Streptokokken wegen ihrer Kleinheit und ihres Wachstums in nur einer Richtung vorwiegend entwicklungsfähig sind, entziehen sich der Wirkung unserer Medikamente.

Die Untersuchungen Mayrhofers über die Reinfektion der Wurzelkanäle ergaben in der

1.	Woche	23,7%
2.	„	44,4%
3.—7.	„	63,1%
8.	„ u. später	90%

positiven Bakterienbefund.

Etwas günstiger waren die Ergebnisse von Jarzab, wo nach 4—6 Monaten aus den Watteeinlagen Streptokokken und Staphylokokken in geringer Zahl aufgingen und nur Fäden aus völlig passierbaren Kanälen steril blieben.

Während Mayrhofer als Hauptinfektionsquelle die Dentinkanälchen bezeichnet, stellen Sommer und Greve dies in Abrede und machen das apikale und periapikale Gebiet für eine Reinfektion verantwortlich. Aus seinen Versuchen schließt Sommer, daß das Zahnbein und selbst das Cementgewebe den Bakterien keine ausreichenden Lebensbedingungen bietet und hält die Mayrhofer'sche Theorie für unhaltbar. Auch hätte ja die Resectio apicis gar keinen Zweck, wenn die Infektion im Sinne Mayrhofers in dem behaupteten Maße zutreffen würde.

Demgegenüber resultiert aus den histologischen Untersuchungen Kronfelds an einem gangränösen Zahn, der wurzelbehandelt und reseziert wurde, daß der freigelegte Dentinquerschnitt eine stark entzündliche Epithelproliferation hervorrief und daher als hochgradig infiziert betrachtet werden mußte.

Bakteriologische Kontrolluntersuchungen wurden außerdem von Schick und Fischer angestellt. Zähne, deren Kanäle nach der üblichen bakteriologischen Untersuchung keimfrei erschienen, wurden mit Lack gefüllt, nach einem Vierteljahr wieder geöffnet und untersucht. Sie zeigten keinerlei Geruch oder andere Symptome, welche auf eine Reinfektion schließen ließen, und trotzdem erwiesen sich die entfernte Wurzelfüllung und die Kanalwände als infiziert. Das Bedenkliche daran ist, daß diese Bakterien, die die vorhergehende Behandlung überstanden haben, besonders widerstandsfähig sein mußten.

Die Anhänger der aseptischen Methode in der konservierenden Zahnheilkunde verlangen vor der endgültigen Wurzelfüllung gangränöser behandelter Zähne den Sterilitätsbefund des Wurzelkanals durch bakteriologische Kontrolle. Mit Ausnahme der bakteriologischen Nachprüfung des Wurzelkanals und der aseptischen Wurzelfüllung ist jedoch die aseptische Methode mit der antiseptischen, die wir oben dargestellt haben, identisch.

Um in der praktischen Zahnheilkunde diesen Sterilitätsnachweis, der bisher nur für wissenschaftliche Zwecke bei der Wurzelbehandlung vorgenommen wurde, durchführen zu können, hat Appleton

ein relativ einfaches Verfahren ausgearbeitet, das von Heinemann etwas modifiziert und in Deutschland propagiert wurde.

Heinemann versucht den Sterilitätsnachweis gewöhnlich durch einfachen Ausstrich, in schwierigen Fällen durch einen Kulturversuch zu erbringen. Zur Prüfung des Kanalinhaltes verwendet er eine Papierspitze, die mit oder ohne Antiseptikum mindestens 8 Tage unter temporärem Verschluß im Kanal gelegen hat. Sicherer ist es, wenn man vor der Untersuchung alle Spuren des Antiseptikums aus dem Kanal entfernt, indem man mit sterilem Wasser oder Ringer'scher Lösung den Kanal ausspritzt und dann eine Papierspitze für kurze Zeit einbringt, bis sie sich vollgesaugt hat. Man streicht nun die Papierspitze auf einem sauberen Objektträger ab, so daß ein dünner Film auf dem Glase haftet. Über der Bunsenflamme läßt man die Feuchtigkeit antrocknen. Dann fixiert man, indem das Präparat dreimal kurz durch die Flamme gezogen wird, worauf die Färbung mit Carbolfuchsin erfolgt. Nach Abwaschen des Präparates mit Wasser wird es zwischen Fließpapier getrocknet und mit einem Tropfen Zedernöl ohne Deckglas sofort mit der Ölimmersionslinse untersucht.

Eine verfeinerte Kontrolle, mit der bessere Resultate erzielt werden können, ist der Kulturversuch. Als Brutofen dient der Sterilisierapparat Dento-Thermostat, als Nährmittel Boullion, die in zugeschmolzenen Glasröhrchen bereits fertig im Handel erhältlich ist. Das Glasröhrchen wird mit einer Feile angeritzt, die kleine Öffnung durch Glühen über der Flamme noch etwas erweitert. Man bringt nun die Papierspitze in die Bouillon und verschließt die Bouillonröhre mit brennendem Wattebausch, worauf man sie in den Dentothermostaten stellt, der auf einer Temperatur von 38° gehalten wird. Nach 24—48 Std. braucht man die Bouillon nur anzusehen, um festzustellen, ob die Bouillon durch Bakterienwachstum getrübt ist oder nicht. Interessiert man sich dafür, welche Arten von Bakterien die Trübung veranlaßt haben, dann kann man mit der infizierten Bouillon eine Ausstrichprobe machen.

Gegen diese Methode des Sterilitätsnachweises von Wurzelkanälen in der Praxis lassen sich verschiedene Einwendungen machen. Es besteht die Frage, ob diese Methode vom bakteriologischen Standpunkt aus wirklich als einwandfrei bezeichnet werden kann, und die Antwort darauf muß unbedingt negativ ausfallen.

Die Ansicht von Schick und Fischer geht dahin, daß bei der angegebenen primitiven Methode sich ein völlig falsches Bild ergibt. Bei diesen Feststellungen läßt sich nur ein Teil der wirklich vorhandenen Keime erfassen. Streptokokken werden wir immer finden, ob diese nun dem harmlosen Lacticustyp oder dem Viridans oder gar dem gefährlichen Pyogenestyp angehören, ergibt sich aus der mikroskopischen Betrachtung nicht so ohne weiteres.

Auch Walkhoff spricht der genannten Methode eine einwandfreie Beweiskraft ab, da hiermit noch gar nicht festzustellen ist, ob nicht in den zahllosen Spalten, Buchten und Ramifikationen der ursprünglich septisch infizierten Wurzelkanäle doch noch lebende Bakterien sitzen.

In der Tat stößt der sichere Sterilitätsnachweis der Wurzelkanäle auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Die bakterielle Untersuchung des eingelegten Wattefadens oder der Papierspitze beweist keineswegs die Sterilität des Kanalsystems, denn das Untersuchungsobjekt kommt ja mit vielleicht in Nischen und Ramifikationen vorhandenen Mikroorganismen gar nicht in Berührung. Besonders der apikale Teil des Wurzelkanals mit seinen reichen Verzweigungen, der bei einer Reinfektion die Hauptrolle spielt, ist mit der erwähnten Methode nicht zu erfassen. Haben wir ja nicht einmal die Sicherheit, daß wir die Papierspitze überhaupt bis an das Foramen gebracht haben. Und sollten wir damit wirklich bis ans Foramen gekommen sein, so können wir höchstens auf die Keimfreiheit des Hauptkanals Schlüsse ziehen, die jedoch nur einen gewissen Wahrscheinlichkeitswert für sich beanspruchen dürfen. Denn nach den Untersuchungen Mayrhofers ließen sich mit Probenadeln aus Kanälen, deren Einlagen sich als steril erwiesen, dennoch Keime gewinnen.

Der Nachweis, ob noch Anaerobier, die zu den gefährlichsten Bewohnern des infizierten Wurzelkanals gerechnet werden müssen, vorhanden sind, gestaltet sich noch wesentlich schwieriger, denn sie lassen sich in der angegebenen Nährbouillon nicht züchten.

Auch hinsichtlich der Pathogenität und der Virulenz der gefundenen Mikroorganismen vermag uns die mikroskopische Untersuchung allein keinen Aufschluß zu geben. Eine genaue Differenzierung in dieser Beziehung, wie sie für wissenschaftliche Zwecke erfolgt, läßt sich in der Praxis begreiflicherweise nicht durchführen.

Ferner ist im Hinblick auf die Reinfektionstheorie Mayrhofers die Tatsache bemerkenswert, daß Wurzelkanäle, die nach der Behandlung ein negatives bakteriologisches Resultat ergaben, nach kurzer Zeit wieder infiziert sind. Der Sterilitätsbefund der Wurzelkanäle kann also allein einen Dauererfolg keineswegs gewährleisten.

Der praktische Wert der bakteriologischen Kontrolle der Wurzelkanäle vor der endgültigen Wurzelfüllung, der also aus diesen Erwägungen heraus sehr problematisch erscheint, ist demnach sehr begrenzt. In der Tat dürfen wir auf Grund der angegebenen bakteriologischen Untersuchungsmethode nur relative Schlüsse ziehen, insofern als wir bei einem Sterilbefund annehmen können, daß die Zahl der ursprünglich vorhandenen Keime sich zum mindesten bedeutend verringert hat, während uns ein positiver Bakterienbefund auf die Unzulänglichkeit unserer antiseptischen Vorbehandlung hinweist.

Die wissenschaftliche Bedeutung der bakteriologischen Kontrolluntersuchungen muß allerdings besonders betont werden, denn sie stellen bezüglich der Frage der Lösung des Wurzelbehandlungsproblems einen nennenswerten Faktor dar. Als Indikator für die keimtötende Wirkung unserer Antiseptika sind sie uns besonders unerläßlich.

D. Biologische Methode.

Die Behandlung eines gangränösen Wurzelkanales und seiner Umgebung ist mehr von histologischer als von bakteriologischer Bedeutung. In der Erkenntnis dieser Tatsache arbeiteten Schwarz, Gottlieb und Stein eine Methode der biologischen Kontrolle aus, die sie als allein zuverlässig bezeichnen, und die hier kurz erwähnt werden soll. Die Röntgenkontrolle liefert keine einwandfreien Resultate. Es sind Fälle bekannt, in welchen Zähne mit negativem Röntgenbefund sicher einen fokalen Infektionsherd abgegeben haben und andererseits werden größere Epithelmassen am Apex auch nach Ausschaltung der Infektion die völlige Wiederherstellung des röntgenologisch normalen Knochenbildes vereiteln. Ebensowenig sind nach ihrer Ansicht die bakteriologischen Kontrollmethoden zu dieser Entscheidung geeignet mit Rücksicht auf die Unverlässigkeit der Resultate und die besonderen Schwierigkeiten auf diesem Gebiete.

Einen verläßlichen Indikator für infektiöse und toxische Reize stellt die Reaktion des lebenden Bindegewebes dar. Daher pflanzten sie gangränöse unbehandelte Wurzeln in das Bindegewebe des Femur der Ratte ein, ebenso behandelte Zähne mit gangränösen und devitalisierten Pulpen. Es zeigte sich, daß das Bindegewebe der Ratte sehr gute Reaktionsfähigkeit besitzt. Bei Implantation von Wurzelspitzen gangränöser Zähne ohne vorherige Behandlung kommt es teils nur an den Ausmündungsstellen der Kanäle, teils allenthalben in der Umgebung zur Ausbildung bedeutender Infiltrate, ja zur Abszeßbildung und tief reichenden Gewebsnekrosen. Entzündungsfreie Einheilung an den Seitenflächen des Transplantates fand sich sogar bei Zähnen mit zerfallenen Pulpen ohne jede Behandlung, an deren Kanalausgängen mehr oder weniger ausgedehnte Infiltrate zu finden waren. Aber auch bei den behandelten zerfallenen Pulpen kam es zu Infiltration des Bindegewebes an den Ausmündungsstellen der Kanäle.

Der biologischen Prüfungsmethode wurzelbehandelter gangränöser Zähne kann man ohne Zweifel einen bedeutenden wissenschaftlichen Wert nicht absprechen. Doch wäre festzustellen, inwiefern sich die besonders gegen Streptokokken andersartige Reaktion des Bindegewebes der Ratte auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen und bewerten läßt, denn so ohne weiteres dürfen beide Bindegewebsarten nicht einander gleichgestellt werden.

V. Eigene Untersuchungen.

A) Röntgenologische Kontrollprüfung.

Zur röntgenologischen Nachprüfung gelangten 12 Zähne, deren Pulpen zerfallen und deren Kanäle mit Trikresol-Formalin desinfiziert und darnach gefüllt wurden. Dabei wurde darauf geachtet, daß zwischen der Wurzelbehandlung und der röntgenologischen Kontrollprüfung mindestens ein Zeitraum von einigen Monaten lag, teilweise lagen die therapeutischen Maßnahmen sogar mehrere Jahre zurück. Da die Ausheilungsprozesse im periapikalen Knochen gewöhnlich nur sehr langsam vor sich gehen, muß dieser Zeitraum zwischen der Wurzelfüllung und der Anfertigung des Röntgenbildes unbedingt gefordert werden, um sicher feststellen zu können, ob das periapikale Gebiet im Röntgenbilde das Aussehen normaler Knochenspongiosa besitzt, und der Periodontalspalt an der Wurzelspitze keine Erweiterung zeigt. Ist das röntgenologische Aussehen des Knochens an der Wurzelspitze als der Norm entsprechend zu bezeichnen, so war unsere Therapie erfolgreich, d. h. vorher festgestellte periapikale Einschmelzungen sind zur Ausheilung gekommen. Allerdings hat dieser Schluß, wie oben eingehend dargestellt, keine unbedingte Gültigkeit, sondern er kann nur mit großer Wahrscheinlichkeit gezogen werden.

Bei der röntgenologischen Nachprüfung wurde ferner auf die klinischen Symptome und auf die im Röntgenbilde ersichtlichen pathologischen Erscheinungen geachtet. Auch wurde versucht, die Güte der Wurzelfüllung in Zusammenhang mit Veränderungen des periapikalen Gebietes zu bringen. Die Untersuchungsergebnisse im einzelnen ergaben folgendes Bild:

Fall 1: Ma, klinisch intakt, wegen undurchgängigen Kanälen keine Wurzelfüllung, trotzdem röntgenologisches Aussehen normal.

Fall 2: ^{1}P, überkront, klinisch intakt, mangelhafte Wurzelfüllung, geringe Verschattung an der Wurzelspitze.

Fall 3: ^{1}M, klinisch intakt, mesiale und distale Wurzel ½ gefüllt, an Spitze der mesialen Wurzel kleiner Herd.

Fall 4: C*, klinisch intakt, Wurzelfüllung bis zum Foramen, Periodontalspalt erweitert.

Fall 5: M^{1}, klinisch intakt, Wurzelfüllung mesial ¼ und distal ½ an der mesialen Wurzelspitze eine Verschattung.

Fall 6: $_{2}$P, klinisch intakt, Wurzelfüllung ½, periapikales Gewebe normal.

Fall 7: $_{2}$P, klinisch normal, Wurzelfüllung bis zum Foramen, Periodontalspalt lediglich stark erweitert.

Fall 8: C_{*}, klinisch normal, Wurzelfüllung bis zum Foramen, geringe Verschattung an der Wurzelspitze.

Fall 9: ^{2}P, klinisch intakt, Wurzelfüllung ½, geringe Verschattung an der Wurzelspitze.

Fall 10: J^{2}, klinisch normal, Wurzelfüllung $^{2}/_{3}$, periapikales Gewebe normal.

Fall 11: ^{1}J, klinisch normal, Wurzelfüllung nicht befriedigend, Verschattung an der Wurzelspitze.

Fall 12: ^{1}J, leicht klopfempfindlich, sonst funktionsfähig, Wurzelfüllung ¾, kleiner Herd an der Wurzelspitze.

Fall 1 zeigt die außergewöhnliche Tatsache, daß ein gangränöser Zahn, dessen mechanisch-chemische Behandlung wegen Undurchgängigkeit der Kanäle nur ungenügend durchgeführt werden konnte, trotzdem im Röntgenbild keinerlei Veränderungen aufwies und sich auch klinisch völlig normal verhielt.

Auf Grund der oben angestellten Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß mit einwandfreien Wurzelfüllungen, die bis zum Foramen apicale reichen, im allgemeinen günstigere Resultate erzielt werden, als mit mangelhafter Behandlung. Aber auch eine einwandfreie Therapie mit bis ans Foramen reichender Wurzelfüllung, die unser oberstes Ziel darstellt, verbürgt keineswegs einen Dauererfolg. Denn trotz einwandfreier Wurzelfüllungen waren röntgenologisch im periapikalen Gebiet Verschattungen festzustellen, die als pathologische

Erscheinungen gedeutet werden müssen. Allerdings bleibt dabei die Frage offen, ob diese Verschattungen nicht schon vor der Behandlung vorhanden waren. Um den tatsächlichen Erfolg der Behandlung feststellen zu können, muß deshalb vorher ein Röntgenbild angefertigt werden. Die Röntgenbilder vor und nach der Behandlung sind miteinander zu vergleichen, und erst hieraus kann der Schluß gezogen werden, ob ein unter Umständen festgestellter periapikaler Herd größer oder kleiner geworden oder unverändert stehen geblieben ist, ob wir von einem Erfolg oder Mißerfolg unserer Therapie sprechen können.

Prognostisch können wir aus diesen Gründen unsere Gangränbehandlungen nicht gerade günstig beurteilen und wir müssen wieder oft genug zur Extraktion gangränöser Zähne schreiten.

Trotz aller Einwände, die gegen den Wert einer röntgenologischen Kontrolluntersuchung behandelter gangränöser Zähne gemacht werden können, stellt sie, wenn mit kritischen Augen gesehen, in der Hand des Praktikers die einzig brauchbare Methode zur Prüfung seiner Gangränbehandlungen dar und muß als Kriterium eines therapeutischen Erfolges unbedingt verlangt werden. Als diagnostisches Hilfsmittel zur Feststellung von periapikalen Herden, die sich meist ohne klinische Erscheinungen bilden, kommt ihr besondere Bedeutung zu, da eine entsprechende Therapie schon wegen der Gefahr einer fokalen Infektion eingeleitet werden muß.

B) Bakteriologische Untersuchungen von Wurzelkanälen.

Vor der eigentlichen Untersuchung der Mikroorganismen gangränöser Wurzelkanäle wurden Sterilisationsprüfungen des zur Züchtung der Bakterien erforderlichen Nährmittels vorgenommen. Als Nährmittel diente Nährmittelbouillon von Merck, die in destilliertem Wasser aufgelöst wurde, auf 1000 ccm Wasser kamen 25 g Bouillon. Die Sterilisation der Nährflüssigkeit erfolgte zunächst im Wasserbade bei Siedetemperatur 1¼ Stunden lang. Die selbe Zeit wurden im Trockensterilisator 6 Reagensgläser mit Zellstoffverschluß bei 160° sterilisiert. Dann wurde die Nährbouillon in die Reagensgläschen eingefüllt, und auf 48 Stunden in den Brutofen gebracht bei einer Temperatur von

38°. Die Bouillon wies darnach eine deutliche Trübung auf, und bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich Heubazillen in großer Zahl. Die Sterilisation der Bouillon war also ungenügend und wurde deshalb auf die Dauer von 1½ Stunden verlängert. Sie wurde noch in der Weise modifiziert, daß sie nicht mehr im Wasserbad, sondern über der offenen Flamme erfolgte. Die Bouillon blieb dann auch nach längerer Bebrütung klar und die mikroskopische Untersuchung ergab negativen Bakterienbefund.

Nach diesen anfänglichen Sterilitätsprüfungen der Bouillon, die im Verlaufe der Untersuchungen öfters wieder vorgenommen wurden, um Fehlerquellen, die durch Zutritt von Bakterien zu der längere Zeit benutzten Bouillon hätten entstehen können, zu vermeiden, wurde vermittels einfachen Ausstrichverfahrens zunächst die Bakterienflora gangränöser Wurzelkanäle untersucht.

Die Untersuchungsmethodik gestaltete sich im einzelnen etwa folgendermaßen: Eine watteumwickelte, sterile Millernadel wurde in den mit gangränösen Massen gefüllten Wurzelkanal gebracht, und der an der Watte haftende Detritus direkt auf einen Objektträger ausgestrichen, über der Flamme mit heißer Luft getrocknet, fixiert und mit Löfflers Metylenblau 30 Sekunden gefärbt. Mit destilliertem Wasser wurde die Farbe nun weggespült, das Präparat wieder getrocknet, dann wurde ein Tropfen Zedernöl darauf gebracht und mit der Ölimmersionslinse mikroskopisch untersucht. Es wurden gefunden (Abb. 1):

Streptokokken
Staphylokokken seltener
Diplokokken
Mikrokokken
Stäbchen, gekrümmte, kommaartige, von verschiedener Form und Größe
Spirillen.

Neben der einfachen Ausstrichmethode fand hierbei auch der Kulturversuch Anwendung. Der mit dem gangränösen Detritus infizierte Wattefaden wurde in die Nährflüssigkeit gebracht und 24—48 Stunden bebrütet. Darnach zeigte sich eine deutliche Trübung der Bouillon. An sich stellt ja der Kulturversuch eine verfeinerte und genauere

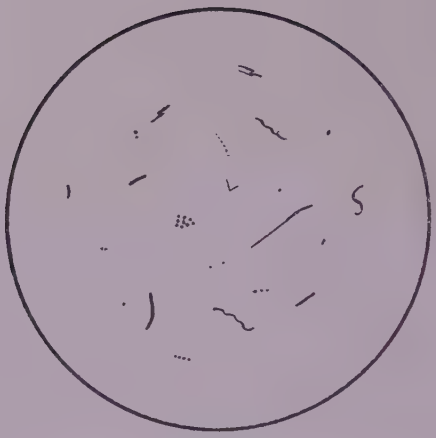

Abb. 1. Ausstrich von Pulpagangrän. (Zeichnung.)

Abb. 2. Ausstrich von Pulpagangrän. (Zeichnung.)
48 Std. in Nährbouillon.

Untersuchungsmethode dar, doch lassen sich in der dazu verwandten Nährflüssigkeit nicht alle bei der Pulpengangrän vorkommenden Bakterien züchten. Denn die Züchtung der obligaten Anaerobier kann natürlich unter diesen aeroben Bedingungen nicht gelingen. So zeigten die Ausstriche aus der Boullion fast regelmäßig dasselbe Bild: Es gingen nur Kokken in der Bouillon auf und zwar hauptsächlich Streptokokken und Staphylokokken, dann Diplokokken, Paketkokken und Mikrokokken (Abb. 2).

Nun begannen die eigentlichen bakteriologischen Untersuchungen der Wurzelkanäle nach ihrer mechanischen und chemischen Reinigung. Zur Untersuchung gelangten 20 Zähne. Zur Desinfektion der Kanäle wurde Trikresol-Formalin benützt. Die Untersuchungsmethodik wurde etwa in der von Heinemann angegebenen Weise vorgenommen, nur daß statt der von ihm gebrauchten Papierspitzen Wattefäden benützt wurden.

Die ersten Trikresol-Formalineinlagen wurden nach 2—3 Tagen aus den Wurzelkanälen entfernt und teils mittels direkten Ausstrichverfahrens, teils mit Hilfe eines Kulturversuches untersucht. Mit wenigen Ausnahmen wiesen die Einlagen noch einen gangränösen Geruch auf und zeigten positiven Bakterienbefund, während Sterilität nur in wenigen Fällen erzielt werden konnte. Im einfachen Ausstrich fanden sich gewöhnlich kurze Kettenkokken, Staphylokokken, Mikrokokken und Stäbchen (Abb. 1). Allerdings war die Zahl der Mikroorganismen oft sehr gering, so daß nur nach genauer, längere Zeit dauernder mikroskopischer Untersuchung das Vorhandensein von Keimen festgestellt werden konnte. Der Kulturversuch wies dagegen schon durch die Trübung der Bouillon auf Mikroorganismen und das Mikroskop zeigte auf den ersten Blick massenhaft Bakterien (s. Abb. 2), die unmöglich übersehen werden konnten. Die kulturelle Prüfung auf Bakterien ist demnach viel genauer und sicherer als die direkte einfache Methode und verdient deshalb den Vorzug.

Abgesehen von den wenigen Fällen, bei denen Sterilität des eingelegten Wattefadens festgestellt werden konnte, durfte eine Füllung des Wurzelkanals also nicht vorgenommen werden, und es war eine zweite T. F. Einlage erforderlich, die dann in der Mehrzahl der Fälle keinen Geruch mehr zeigte und deren Keimfreiheit durch bakteriologische Untersuchung erwiesen werden konnte.

Sterilität der T. F. Einlagen ließ sich in allen Fällen erzielen, wenn auch manchmal eine dritte und vierte Einlage notwendig war.

Um ungünstige Einflüsse des Medikamentes auf die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen auszuschalten, wurde ein steriler Wattefaden 8 Tage im Kanal belassen, nachdem vorher Sterilität des Kanales festgestellt worden war. Der Wattefaden zeigte bei der Untersuchung negativen Bakterienbefund. Dieses Verfahren gewährt einen wesentlich höheren Grad von Sicherheit bei unseren Untersuchungen, auch wissen wir dann, daß eine Reinfektion des Kanales innerhalb dieser Zeit nicht eingetreten ist, allerdings ist hierfür eine Frist von 8 Tagen noch viel zu kurz bemessen, wir müßten den Wattefaden, um ganz sicher zu gehen, auf einige Monate im Kanal belassen. Doch kommt diese Methode wegen der allzu langen Dauer der Behandlung für die Praxis kaum in Frage.

Unter der medikamentösen Behandlung gingen die klinischen Symptome wie Fistelbildung, Schwellung, Druckempfindlichkeit gewöhnlich sehr schnell zurück. Nur in zwei Fällen blieben sie mehrere Wochen weiter bestehen und waren von akuten Nachschüben begleitet, trotzdem die Kanäle trocken waren und die Kanaleinlagen sich als steril erwiesen. Entweder waren hier die Kanäle in Wirklichkeit doch nicht frei von Keimen und die Infektion erfolgte vom Kanal aus durchs Foramen ins periapikale Gewebe oder wurde der Körper mit der hochvirulenten Bakterieninfektion nur schwer fertig.

Untersuchungen über den Zusammenhang von Geruchlosigkeit der Watteeinlagen und ihrer Sterilität wurden ebenfalls angestellt. Diese Frage muß dahin beantwortet werden, daß Geruchlosigkeit in vielen Fällen mit Sterilität vereint ist, in anderen Fällen allerdings auch nicht, es konnten nämlich verschiedene Kokkenarten gefunden werden. Die Geruchlosigkeit ist also kein Beweis für die Sterilität. Immerhin können wir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in der praktischen Zahnheilkunde aus dem Verschwinden des gangränösen Geruches auf Sterilität des Wurzelkanales schließen.

Schlußfolgerung.

Die von Heinemann empfohlene und von mir nachgeprüfte Methode der bakteriologischen Kontrolluntersuchung von Wurzelkanälen hat zur Voraussetzung, daß die Sterilität des in den Wurzelkanal eingelegten Wattefadens auch Sterilität des Kanales selbst bedeutet. Das mag bei gut erweiterten glatten Kanälen ohne seitliche Ramifikationen, wo wir bis an die Wurzelspitze gekommen sind, sicherlich auch der Fall sein. Unter diesen Bedingungen haben unsere bakteriologischen Kontrollen zweifellos einen bestimmten Wert. In Fällen aber, wo es uns nicht gelingt, den Wattefaden bis ans Foramen hochzuschieben, wo der Kanal am Apex in ein Delta von kleinen Kanälchen mündet, ist unsere bakteriologische Untersuchung und unser Schluß von der Sterilität des Wattefadens auf die des Kanals völlig sinnlos. Da wir aber nie die Gewißheit haben, daß wir tatsächlich mit dem Wattefaden das Foramen erreicht haben, und da die Ramifikationen des Kanals unserer Untersuchung entgegen, so ist naturgemäß der Wert unserer Untersuchungsergebnisse sehr gering.

Ein negativer Bakterienbefund beweist also noch lange nicht die Sterilität des Wurzelkanals, ein positiver zeigt uns aber, daß der Kanal sicher noch infiziert ist. Darin liegt der Wert unserer Kontrolle, der jedoch in keinem Verhältnis zu dem dafür erforderlichen Aufwand an Zeit und Mühe steht.

Einwandfreie Ergebnisse bakteriologischer Untersuchungen von Wurzelkanälen lassen sich nur unter Beobachtung peinlichster Asepsis mit großen Schwierigkeiten erzielen, was sich nur für wissenschaftliche Untersuchungen durchführen läßt.

Die für die Praxis empfohlene Methode wird aber der kritische Wissenschaftler nie anerkennen, da sie viel zu primitiv ist, um einwandfreie Resultate liefern zu können. Der Praktiker wird sie im Interesse einer rationellen Arbeitsmethode unbedingt ablehnen, da ihre Resultate zu nichtssagend sind, um diese Mehrbelastung bei der an sich schon enormen Arbeitsleistung, die nun mal die Behandlung einer Pulpagangrän erfordert, noch in Kauf zu nehmen.

Zusammenfassung.

Eine bakteriologische Untersuchung von Wurzelkanälen bei gangränösen Zähnen vor ihrer endgültigen Füllung kommt für die praktische Zahnheilkunde nicht in Betracht, da die angegebene Methode zu primitiv ist, um einwandfreie Resultate erzielen zu können. Der Wert dieser Untersuchungen liegt eigentlich nur in einem positiven Bakterienbefund, da wir dann gewiß sind, daß unsere antiseptische Behandlung noch ungenügend ist. Doch rechtfertigen diese Ergebnisse mit Rücksicht auf ihre Unzuverlässigkeit keineswegs den dafür erforderlichen Aufwand an Zeit, Mühe und Instrumentarium. Für die praktische Zahnheilkunde ist die Kontrolluntersuchung mit Hilfe des Röntgenbildes im Zusammenhang mit den klinischen Erscheinungen immer noch die brauchbarste Methode, der als Kriterium für einen therapeutischen Erfolg deshalb die größte Bedeutung zukommt.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. P r a e g e r für die Stellung des Themas und seine liebenswürdige Unterstützung bei der Ausarbeitung herzlichst zu danken.

Literatur-Verzeichnis.

Appleton: Bacteriol control of the treatment of periapical infection. The dental Items of Interest. XLIX Nr. 8. S. 589 (1927).

Boennecken: Oralsepsis und Wurzelbehandlung. Vierteljahrsschrift für Zahnh. II. S. 204 (1927).

Bulleid: The bacteriologie of apical infektion. British dent. J. XLIX Nr. 15. S. 855 (1928).

Cook: Dental granuloma I. americ. dent. Assoc. XIV Nr. 12. S. 2231 (1927).

Clander: Behandlung infizierter Wurzelkanäle. Berlin 1921.

Feiler: Erkrankungen des apikalen Paradentiums Misch: Fortschr. der Zahnh. V. S. 337 (1930).

Feldmann: Die Howesche Methode zur Therapie der gangränösen Wurzelkanäle und ihr Einfluß auf das Paradentium, D. Monatsschrift für Zahnh. H. 16. S. 909 (1928).

Flohr: Die Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde. Berlin 1930.

Gins: Bakteriologie der Zahnpulpa und die Wurzelhauterkrankungen, D. Zahnärztl. Wochenschr. S. 49 1929).

Gins: Biologie, Bakteriologie, Serologie, Misch: Fortschritte 4, S. 281 (1930).

Gottlieb, Schwarz, Stein: Das Problem der Wurzelbehandlung, Zeitschr. f. Stomatol. H. 12. S. 1151 (1928).

Heim: Bakteriologie, Stuttgart 1922.

Heinemann: Die Wurzelfüllung, Berlin 1928.

Heß: Gangrän der Pulpa, Kantorowicz Handwörtbch. Bd. II, S. 768 (1930).

Hilgers: Bakteriologie, Kantorowicz Handwörtbch. Bd. I, S. 256 (1930).

Hilgers: Granulom, Kantorowicz Handwörterbuch, Bd. II, S. 936 (1930).

Kamer: Anaerobe Mikroorganismen in der gangränösen Zahnpulpa, Schweiz. Monatschrf. f. Zahnh. Bd. XXXIX Nr. 4, S. 211 (1929).

Kantorowicz: Klinische Zahnheilkunde, Bd. I, Berlin 1929.

Kantorowicz: Tagesfragen, Berlin 1929.

Kronfeld: Zur Frage der Wurzelamputation, Zeitschr. f. Stomatol. H. 11, S. 1105 (1928).

Kühn: Histologische Studien über pathologische Veränderungen des Paradentiums, D. Zahnh. H. 76, S. 1. (1930).

Mayrhofer: Lehrbuch der Zahnkrankheiten, Jena 1912.

Meister: Über Reinfektion der Wurzelkanäle, Diss. 1929.

Müller: Wurzelfüllmethoden; Misch: Fortschritte 6, S. 391 (1930).

Peckert: Einführung in die konservierende Zahnheilkunde, Leipzig 1921.

Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde, Wiesbaden 1930.

Praeger: Fortschritte auf dem Gebiete der Antisepsis, Zahnärztl. Rdsch. XXXVIII, Nr. 34. S. 1404, 1929.

Praeger: Erkrankungen der Zahnpulpa, Misch: Fortschritte 5, S. 362 (1928).

Praeger: Einige Grenzen und Schwierigkeiten in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik, Zahnärztl. Rdsch. XXXV. Nr. 50, S. 867 (1926).

Precht: Fokale Infektion, Kantorowicz Handwörterb. Bd. I. S. 668 (1930).

Richter: Über Desinfektion des Dentins bei Pulpagangrän unter Anwendung von Asphalin, Rivanol . . ., D. Monatsschr. f. Zahnh. H. 5, S. 225 (1929).

Rolffs: Über Brauchbarkeit von Desinfizientien in der Zahnheilkunde, Dissertation 1929.

Schick und Fischer: Anaerobe Bakterien des Wurzelkanals, D. Monatsschr. f. Zahnh. H. 7. S. 334 (1929).

Schick und Fischer: Bakteriologische Untersuchungen und solche über die Wirkung einiger Entkeimungsmittel. D. Monatschr. f. Zahnh. H. 6. S. 289 (1928).

Seitz: Bakteriologie für Zahnärzte, Berlin-Leipzig 1930.

Stein, Untersuchungen über die Durchgängigkeit der Wurzelkanäle an 500 Zähnen, Zeitschr. f. Stomatol. H. 5, S. 415. (1929).

Steiner: Röntgenkontrolle der Wurzelspitzenamputation. Zeitschr. f. Stomatol. H. 2, S. 150 (1929).

Stephanides: Über Röntgenkontrolle der Wurzelbehandlung mit Berücksichtigung der medikamentösen Behandlung von Granulomen, Zeitschr. f. Stomatol. H. 2, S. 146 (1928).

Sommer: Zur Reinfektionsfrage, Zahnärztl. Rdsch. XXXIII Nr. 12. S. 111 (1924).

Sommer: Zur Mayrhofers Reinfektionstheorie. Zahnärztl. Rdsch. XXXIII Nr. 30, S. 390 (1924).

Strahl: Beitrag zur Bakterienflora der Wurzelkanäle pulpatoter Zähne, Zahnärztl. Rdsch. XXXVI Nr. 3, S. 33 und 51 (1927).

Ullik: Die histologische Kontrolle von verschiedenen Methoden der Wurzelkanalreinigung, Zeitschr. f. Stomatol. H. 11, S. 1037 (1929).

Walkhoff: Ein System der medikamentösen Behandlung schwerer Erkrankungen der Zahnpulpa und des Periodontiums, Berlin 1928.

Wasgien: Noch einige Bemerkungen über die Anwendung der Diathermie in der konservierenden Zahnheilkunde, über ihre Indikationen und Grenzen. Zahnärztl. Rdsch. XXXIX Nr. 32, S. 1386 (1930).

Lebenslauf.

Als Sohn des Oberlehrers Otto Renner in Heilbronn bin ich Oskar Renner am 29. August 1909 in Wachendorf, OA. Horb, geboren. Im Jahre 1914 siedelte ich nach Heilbronn über und besuchte vom Herbst 1915 bis Herbst 1917 die dortige Elementarschule. Im Herbst 1917 trat ich in das humanistische Gymnasium ein, wo ich im Frühjahr 1927 die Reifeprüfung ablegte. Dann widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde. Vom S.S. 1927 bis zum W.S. 1928/29 studierte ich an der Unversität München, wo ich am 12. November 1928 die zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Im S.S. 1929 studierte ich in Berlin und im W.S. 1929/30 in Bonn. Seit dem S.S. 1930 besuche ich die Universität Tübingen, wo ich am 13. November d. J. das zahnärztliche Staatsexamen bestand.